

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ ОТПУСКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕПЛОТЫ ОТ НОВО-СВЕРДЛОВСКОЙ ТЭЦ

*Гарифуллина Г.Ф., Зимовец И.А., Потапов В.Н., Мехеева Э.Э.
УрФУ, tes.urfu@mail.ru*

Инженерам, создавшим современные и самые экономичные в мире ТЭС (тепловые электростанции) для выработки электрической энергии на тепловом потреблении (ТЭЦ), известно, что достичь предельный уровень эффективности использования топлива для получения энергии невозможно без использования низкопотенциальной теплоты уходящих газов – недоохлажденных продуктов сгорания котлов, даже угольных. Это позволит вместе с иными решениями достичь КПД нетто выработки электроэнергии на уровне новых немецких и датских бурогольных ТЭЦ в 45...47 %, что в ближайшие годы пока невозможно получить никакими иными решениями. К тому же эти меры стоят примерно в 20 раз дешевле, чем переход существующих ТЭС со сверхкритических давлений на более высокие, ультракритические параметры пара. Однако их внедрение не всегда оправдано в условиях действующей системы формирования тарифов на теплоту для внешних, коммерчески независимых потребителей, и они не всегда вписываются в правила оптовых рынков электроэнергии при отпуске теплоты.

При работе ТЭЦ на эти независимые рынки вторичной энергии возникает проблема сохранения отпуска теплоты с соблюдением требований системного оператора и неукоснительного исполнения утвержденного суточного графика отпуска электроэнергии на соответствующий сегмент рынка электроэнергии. Нарушения графика в ту или иную сторону, более чем на 2 %, вызовут потери за неоплаченную перепоставку электроэнергии на рынок, либо большие штрафы за недопоставку электрической мощности. Дополнительные теплоутилизаторы теплоты уходящих газов для нагрева сетевой воды или иных водяных потоков, нагреваемых обычно паром отборов турбины, позволят изменять на некоторую величину расход отбираемого из турбины пара для подогрева вод, увеличивая или уменьшая при этом выработку мощности последними ступенями паровой турбины, увеличивая или уменьшая на весьма заметную величину мощность электрогенератора, вращаемого паровой турбиной.

Для утилизации дополнительной теплоты уходящих газов за последние 50 лет предлагались разные способы. Рассмотрим три самых естественных из них. Во-первых, это, конечно, установка дополнительных теплофикационных экономайзеров – ТВЭ (терминология Е.В. Волкова, кафедра ТЭС бывшего УПИ) последовательно в прямом потоке газов за воздухоподогревателем котла, перед дымососом (ДС). Эту схему глубокого охлаждения газов от температуры при их выходе из воздухоподогревателя до конечной температуры без разделения на диапазоны в одном теплообменном аппарате считаем нецелесообразной ни термодинамически, ни технологически, особенно при охлаждении газов до точки росы и ниже (кроме варианта работы с установкой мокрой сероочистки, что

невозможно в условиях отечественной энергетики). Считаем также, что лишен смысла и повторный нагрев газов, охлажденных по этой схеме, но уже до температур, допускаемых материалами и конструкцией дымовой трубы. Это прямые и неоправданные потери теплоты сожженного топлива в котле, что делает сомнительным прямое одноступенчатое глубокое охлаждение дымовых газов с конденсацией водяных паров. Полученный при этом весьма скромный объем конденсата из дымовых газов требует очистки из-за опасности наличия в сжигаемом природном газе небольшого количества серы и твердых частиц, а в самих дымовых газах после топки – углеводородов вследствие неполноты сгорания.

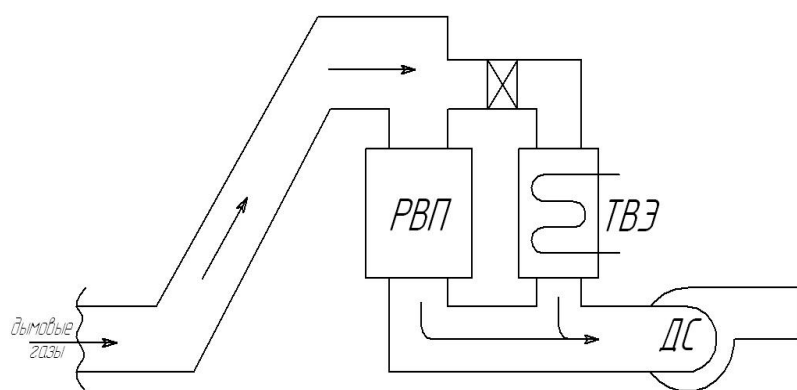
Поэтому подача в цикл ТЭЦ этого небольшого объема конденсата вряд ли будет заметно дешевле, чем эквивалентное повышение мощности систем, существующих на ТЭЦ подготовки разных вод. Причем также нет никаких гарантий, что эта дополнительная, хотя и не очень мощная, утилизационная установка теплоты (ТВЭ) не окажет влияние на работу конвективного газохода котла и не отразится на уровне подогрева воздуха перед топкой. Если при этом возникнет угроза хоть небольшого недогрева воздуха перед топкой, то очень возможно, что необходимое при этом компенсационное увеличение расхода топлива заметно снизит ожидаемый экономический эффект от всей установки. Для обоснования положительного эффекта всегда необходимо для подобных решений выполнять многовариантные и полные тепловые расчеты котла как вместе с ТВЭ, так и без него в самых разных вариантах отпуска теплоты и электроэнергии. Если в более простом варианте отказаться от использования теплоты конденсации водяных паров в контактном аппарате, то установка лишь поверхностных подогревателей воды снизит мощность установки ТВЭ, увеличив одновременно ее массу, объем и затраты электроэнергии на тягу.

Менее выгоден другой вариант установки дополнительного ТВЭ, также в прямом потоке дымовых газов, но теперь уже перед воздухоподогревателем котла, то есть в прямом потоке газов после штатного водяного экономайзера. Чем больше мощность этого ТВЭ, тем больше будет недогрев воздуха перед топкой и выше аэродинамическое сопротивление всего тракта конвективной части котла, следовательно, повысятся затраты энергии на тягу, существенно больше будет также и компенсирующий дополнительный расход топлива.

Поэтому самым выгодным и перспективным следует считать установку ТВЭ по третьей схеме (рисунок). В ней ТВЭ размещен в дополнительном газоходе котла, который шунтирует (байпасирует) воздухоподогреватель. По такому шунтирующему газоходу, по данным анализа, ранее выполненного на кафедре ТЭС УПИ, пойдет от 5-10 % до примерно 40 % всех продуктов сгорания в том же котле, прежде всего, сжигающем природный газ.

Варианты такой установки ТВЭ с включением снятой в нем теплоты уходящих газов более 30-40 лет назад были предложены и отработаны на кафедре ТЭС УПИ под руководством Е.В. Волкова и на Подольском котельном заводе под руководством А.У. Липеца. Позже по той же схеме спроектирован, но не реализован, новый паровой котел на Таганрогском котельном заводе и была предложена модернизация котла газового энергоблока 800 МВт в ЦКТИ и в

УралТЭП. Уже в 70-е годы, сначала на одном корпусе котла № 12 СУГРЭС, а затем и на № 14, были смонтированы и успешно эксплуатируются ТВЭ для дополнительного нагрева воды установки таких ТВЭ по проекту кафедры ТЭС и УрО РАН. В разработке первого принял участие начинающий инженер, ныне руководитель данной работы. Позже им был также предложен ряд вариантов внедрения таких схем ТВЭ для обеих Сургутских ГРЭС и Ново-Свердловской ТЭЦ. Для всех этих вариантов были оптимизированы мощность и параметры работы ТВЭ, с целью увеличения отпуска коммерческой теплоты внешним потребителям с учетом максимальной экономии топлива при ее получении. В настоящее время оба ТВЭ на СУГРЭС обеспечивают нагрев воды контура подогрева газа перед газовой турбиной – детандера с электрогенератором, где около 70 % этой теплоты превращается в рекордно дешевую электроэнергию.



Установка ТВЭ в байпасе РВП
котла № 12 на СУГРЭС

Схема не дает чистой экономии топлива, так как имеется дополнительный расход топлива, компенсирующий недогрев воздуха в воздухоподогревателях: в двух РВП на СУГРЭС или в проекте для Ново-Свердловской ТЭЦ. Но этот дополнительный компенсирующий расход топлива при доле газов, шунтирующих РВП и ТВЭ, не более чем 40 % от всех продуктов сгорания, всегда будет меньше экономии топлива от утилизации теплоты уходящих газов. Минимум компенсационной подачи топлива будет при доле шунтирующих газов 7-9 % от дымовых газов, обеспечивая максимальный эффект от выработки дополнительной теплоты.

В настоящее время актуальнее использовать схему, показанную на рисунке, для частичного разделения связи отпуска теплоты и электроэнергии от Ново-Свердловской ТЭЦ для сохранения электрической мощности при колебаниях погодных условий или при исполнении графика отпуска электроэнергии на рынок и распоряжений системного оператора. В этих режимах изменения нагрузок отпуска двух видов энергии рекомендуем дополнительно воздействовать на них, варьируя нагрузки ТВЭ и отпуск пара на сетевые подогреватели паровых турбин Ново-Свердловской ТЭЦ. Это позволит сократить и даже устранить на Ново-Свердловской ТЭЦ как выплаты штрафов за недоотпуск электроэнергии, так и перерасход топлива на котлах ТЭЦ от неоплачиваемого сброса в сети избыточной электрической мощности.